

50 2115015

(54) CCD IMAGE SENSOR

(11) 3-252163 (A) (43) 11.11.1991 (19) JP

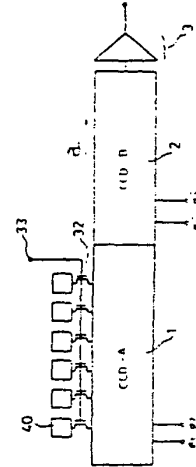
(21) Appl. No. 2-49952 (22) 28.2.1990

(71) MITSUBISHI ELECTRIC CORP (72) SATOSHI HIROSE

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> H01L27 148.H01L21 339,H01L29 796.H04N5 335

**PURPOSE:** To provide a high-sensitivity CCD image sensor with a high S/N by providing an output stage that includes a CCD with a multiplier function.

**CONSTITUTION:** Incident light is introduced to photodiodes 40 to store charge. Transfer gates 32 are controlled by a transfer pulse from a terminal 33 to transfer the stored charge to a CCDA. The signal charge in the CCDA is transferred to a CCD-B having a multiplier function. The charge is multiplied in the CCD-B and detected by a charge detector 3.



a: direction of charge transfer

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-252163

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)11月11日

H 01 L 27/148  
21/339  
29/796  
H 04 N 5/335

F

8838-5C  
8122-5F  
8122-5FH 01 L 27/14  
29/763 0 1 B  
J

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 CCD撮像装置

⑯ 特 願 平2-49952

⑰ 出 願 平2(1990)2月28日

⑱ 発 明 者 広 瀬 諭 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社エル・エス・アイ研究所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 早瀬 憲一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

CCD撮像装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 半導体基板上に、複数の光電変換部と、前記光電変換部から信号電荷を読出し転送する走査用電荷転送素子とが集積されたCCD撮像装置において、

CCDの電荷転送最終段に、電荷増倍機能を有するCCDを接続してなることを特徴とするCCD撮像装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、CCD撮像装置に関し、特にその新規な回路構成に関するものである。

〔従来の技術〕

第3図は例えば文献「固体撮像デバイス」(木内雄二他監修 テレビジョン学会編、昭晃堂) p. 93に示された従来のCCD撮像装置の一例を示しており、同図はインターライン転送型撮像デバイ

スの代表的な平面構造を示すものである。

図において、30は水平CCD、31は垂直CCD、32は転送ゲート、33は転送パルス入力端子、34はチャネルストップ領域、35は出力ゲート、36はフローティング拡散領域、37はリセット用ドレイン、38はリセット用ゲートである。又、39は映像検出用トランジスタである。なおフォトダイオードは40で示されている。

次に動作について説明する。

第3図において、入射光信号はフォトダイオード40で電荷として蓄積され、端子33より入力された転送パルスによって転送ゲート32がハイレベルとなり、電荷が一斉に垂直CCD31に移動する。垂直CCD31に移された信号電荷は4相CCDクロック( $\phi_{v1}$ ,  $\phi_{v2}$ ,  $\phi_{v3}$ ,  $\phi_{v4}$ )によって水平CCD30に転送される。垂直CCD内で一段転送した後、信号は水平CCDによって読出され、再び垂直CCD内で一段転送され、以後、この動作が繰り返される。

信号電荷はリセットレベルにあるフローティン

グ拡散領域3の電位を変化させ、その変化分が映像検出用トランジスタ39の入力となり、信号検出が行われる。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来のCCD撮像装置は以上のように構成されており、入射光がシリコン基板で吸収されて発生した電荷を一定時間蓄積して得られた信号電荷をそのまま読出していた。このため、微小光の入力に対する信号電荷の量が少なく、信号検出部等で発生するノイズに対してS/N比が大きくとれない等の問題点があった。

この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、信号電荷量を増倍して検出することのできるCCD撮像装置を得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この発明に係るCCD撮像装置は、通常のCCD撮像装置の出力部に、電荷増倍機能を有するCCDを接続し、信号電荷を増倍して出力するようにしたものである。

なり、電荷がCCD1に移動する。信号電荷はCCD-A1中を電荷転送され、CCD-B2に移される。信号電荷は電荷増倍作用を有するCCD-B中を転送される間に増倍されてゆき、増倍された電荷が電荷検出回路3で検出される。

次にCCD-A、CCD-Bの違いについて説明する。CCD-B中の電荷増倍は後述するように電荷にかかる高電界によって起きる。従って、電界増倍効果を起こすCCD-Bにおいてはクロック電圧は高く設定する必要がある。従ってCCD-Bにおいては電荷転送のためのクロックレベルが高いという特徴がある。

CCD-A中では電荷増倍を起こしてはならない。なぜならば各画素の信号に対する増倍CCDの段数を等しくする必要があるからである。CCD-Aに電荷増倍作用があるとすると、信号電荷が高電界を受ける回数が画素毎に異なってしまう。

CCD中のアバランシェ増倍については文献1により過去、理論的に予測されている。

文献1：ケー、ヘス、シー、ティー、サー著、

〔作用〕

この発明における電荷増倍機能を有するCCDは、電荷転送時に電荷にかけられる電界によって電荷がアバランシェ増倍される。このため信号電荷は上記CCDを通過することによって増倍される。

〔実施例〕

以下、この発明の実施例を図について説明する。第1図は本発明の一実施例によるCCD撮像装置を示し、これは通常のリニアイメージセンサに電荷増倍用CCDを接続したものである。

第1図において、1はCCD-Aで、増倍作用は持たないものである。また、2は電荷増倍作用を有するCCD-B、3は電荷検出回路である。また32は転送ゲート、33は転送パルス入力端子、40はフォトダイオードである。

次に実施例の動作について説明する。第1図において、入射光信号はフォトダイオード40で電荷として蓄積され、端子33より入力された転送パルスによって転送ゲート32がハイレベルと

「アイイーイーイー トランザクション エレクトロン デバイス イーディー25」(K. Hess, C. T. Sah, IEEE Transaction Electron Device ED-25, P.1399, 1987)

また、実験上も確認されている。以下文献を示す。

文献2：エス、ケー、マダンら著、「アイイーイーイー トランザクション エレクトロン デバイス イーディー30」(S. K. Madan et al., IEEE Transaction Electron Device ED-30, P.694, 1983)

文献3：ジェイ、ダブリュー、スロットブーンら著、「コンファレンス オン ソリッドステート デバイス アンド マテリアルズ トーキョー」(J. W. Slotboom, et al., Conf. Solid St. Dev. and Mat. Tokyo, p315, 1986)

第2図にシリコン結晶中の電子のイオン化率の電界依存性を示す。この図は文献4より転載したものである。

文献4：ジェイ、ダブリュー、スロットブーンら著、「インターナショナル エレクトロン デ

バイス ミーテグ アイイーディーエム 87 J  
(J. W. Slotboom, et al., International Electron Device Meeting IEDM87 p.494 1987)

第2図は従来の実験結果をまとめたものであり、図中のsurface はシリコン表面近傍での値であり、S C C D (表面チャネルC C D) で測定したものである。又、Bulkはシリコン深部での値であり、B C C D (埋込みチャネルC C D) で測定したものである。

第2図において、例えばイオン化率 $100\text{ (cm}^{-1}\text{)}$ 以上を得るにはシリコン表面において電界が $1.9 \times 10^5\text{ (V/cm)}$ 以上が必要である。隣り合ったゲート間で表面ポテンシャルの差が $10\text{ V}$ のとき、上記の電界を得るにはゲート間の距離 $d$ が $10 / 1.9 \times 10^5 = 0.53\text{ }\mu\text{m}$ 以下である必要がある。 $d = 0.53\text{ }\mu\text{m}$ の時、1段当たりの増倍係数 $M$ は、

$$M = \exp(100 \times 0.5 \times 10^{-4}) \\ = 1.0053$$

となる。

れる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例によるC C D撮像装置を示す図、第2図は従来の実験結果を示す図、第3図は従来のC C D撮像装置を示す図、第4図は4相駆動C C Dにおける電荷転送のようすを示す図、第5図および第6図は本発明の他の実施例を示す図である。

図において、1はC C D-A、2はC C D-B、3は電荷検出回路、30は水平C C D、31は垂直C C D、32は転送ゲート、33は転送パルス入力端子、34はチャネルストップ、35は出力ゲート、36はフローティング拡散領域、37はリセット用ドレイン、38はリセット用ゲート、39は映像検出用トランジスタ、40はフォトダイオードである。

なお図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

代理人 早 瀬 憲 一

従って、●に対しては $M^N$ 倍に増倍され、 $N = 500$ 段のとき $M^N$ は、

$$M^N = 13.9$$

となり信号電荷は約14倍に増倍される。

第4図に4相駆動C C Dにおける電荷転送の様子を示す。

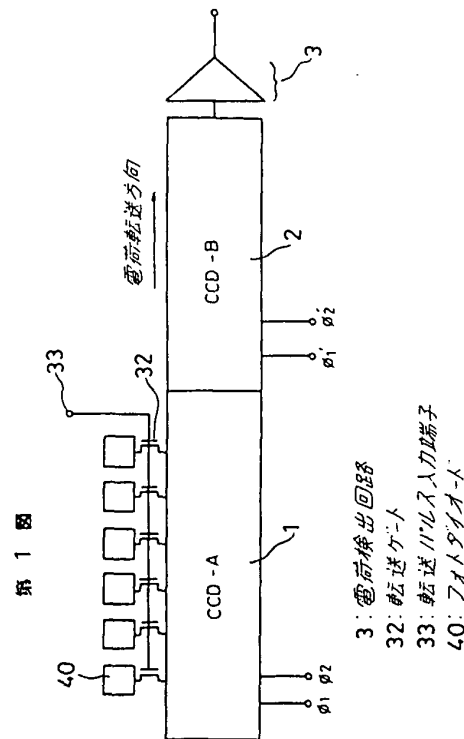
図中で、41は信号電荷、42は高電界領域である。信号電荷41は高電界領域42を通過することによって電荷増倍される。

なお、上記実施例では、増市用C C Dをフォトダイオードからの電荷を脱出すC C Dの転送方向に配置したが、シリコンチップの長さの制限によっては第5図に示したような配置も可能である。

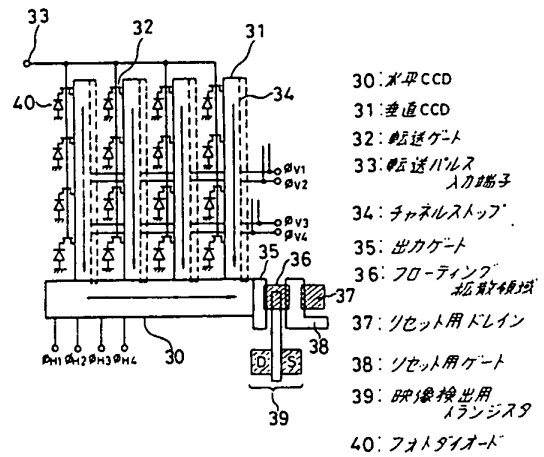
また、上記実施例ではリニアセンサへの適用例を示したが、エリアセンサへの適用も可能であり、この時は第6図に示したような配置となる。

(発明の効果)

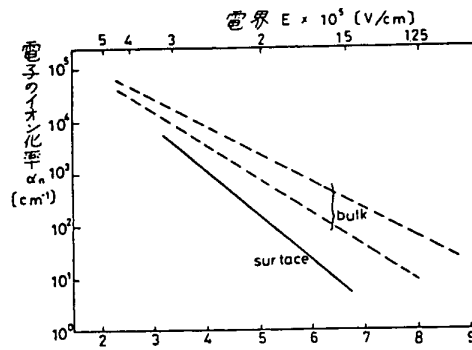
以上のように、この発明によれば、C C D撮像装置において信号電荷を増倍する機構を設けたため、S/Nの高い高感度のC C D撮像装置が得ら



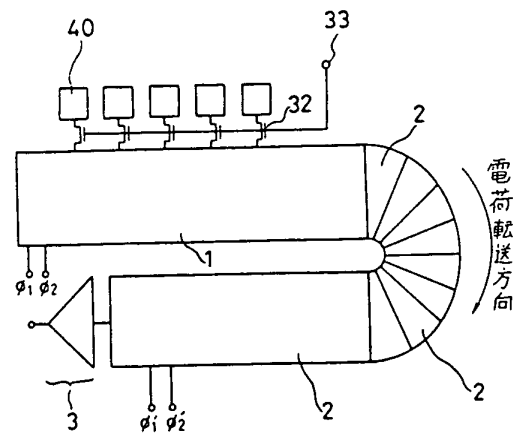
第 3 図



第 2 図



第 5 図



第 4 図

